Annexes

1. Notes de calcul
- Les isochrones 50 jours
- Les rayons fictifs

2. Erratum

II NOTES DE CALCULS

le 4/12 - ISOCHRONES 50 (METHODE DE WYSSLING)

- RAYON FICTIF

Description de la méthode de Wyssling (données hydrogéologiques spécifiques locales disponibles)

La méthode de Wyssling (1979) est généralement appliquée pour la délimitation des périmètres de protection. À travers une formule mathématique, elle permet de calculer le temps d'écoulement (t) d'une goutte d'eau souterraine située sur un point quelconque de l'aquifère jusqu'au captage et ainsi délimiter les isochrones nécessaires pour la définition des périmètres de protection. L'application de la méthode suppose que l'aquifère est homogène et illimité.

Pour appliquer la formule de Wyssling, il faut d'abord connaitre :

- H : épaisseur de l'aquifère saturé (m)
- k : conductivité hydraulique de l'aquifère (m/s)
- I_0 : gradient hydraulique (dans le cas de forage, il s'agit du gradient initial, c'est-à-dire avant l'installation de la pompe)
- n_e : porosité efficace de l'aquifère
- Q : débit moyen annuel pour les sources et débit d'exploitation pour les forages (m^3/s)

Avec ces valeurs, il faut calculer les dimensions suivantes nécessaires pour la délimitation des zones de protection

$$B = \frac{Q}{H \cdot k \cdot I_0}$$

largeur du front d'appel en amont du forage ou de la source pour un débit Q (en m)

$$X_0 = \frac{B}{2\pi}$$

distance en aval concernée par le pompage ou le débit de la source (en m). Dans le cas ou le X_0 calculé est inférieure au S_u calculé, il sera alors égal à S_u

$$b = \frac{B}{2}$$

Largeur du front d'appel à l'hauteur du forage ou de la source (en m)

$$v_0 = \frac{k \cdot I_0 \cdot 86400}{n_e}$$

vitesse effective d'écoulement (ou de transfert) de l'eau souterraine (m/jour)

$$S_0 = \frac{v_0 \cdot 10 + \sqrt{(v_0 \cdot 10 \cdot (v_0 \cdot 10 + 8 \cdot X_0}}{2}$$

Distance en amont sur l'axe d'écoulement pour l'isochrone de 10 jours. Pour calculer cette distance dans le cas de l'isochrone de 5 jours, il faut remplacer 10 par 5 dans cette formule

$$S_u = \frac{-v_0 \cdot 10 + \sqrt{(v_0 \cdot 10 \cdot (v_0 \cdot 10 + 8 \cdot X_0}}{2}$$

Distance en aval sur l'axe d'écoulement pour l'isochrone de 10 jours. Pour calculer cette distance dans le cas de l'isochrone de 5 jours, il faut remplacer 10 par 5 dans cette formule

$$Lo = 2a = 2\frac{(S_o + S_u)}{2}$$

Longueur de l'ellipse qui représente l'isochrone calculé

$$La = 2 \cdot \sqrt{a^2 - (a - S_u)^2}$$

Largeur de l'ellipse qui représente l'isochrone calculé

Une fois que les grandeurs B, X_0, b, S_o et S_u sont connues, il faut dessiner les périmètres de protection. Le PPR, qui est défini comme l'isochrone de 10 jours (ou 5 jours), portera une forme d'ellipse. Le PPE prendra une forme parabolique avec une longueur du grand axe équivalente à $X_0 + 2{*}S_o$.

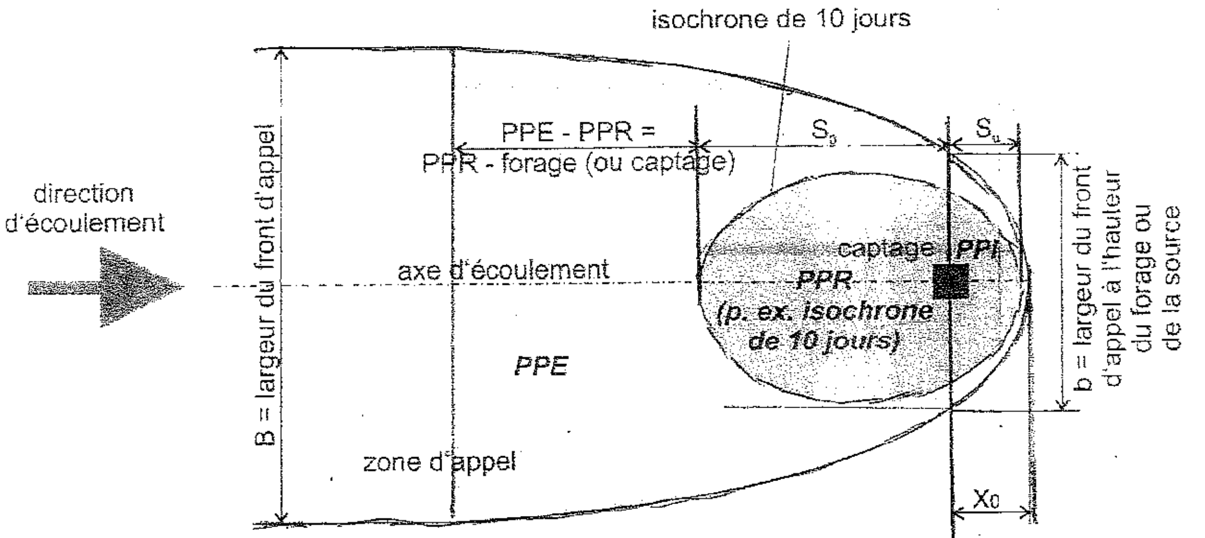
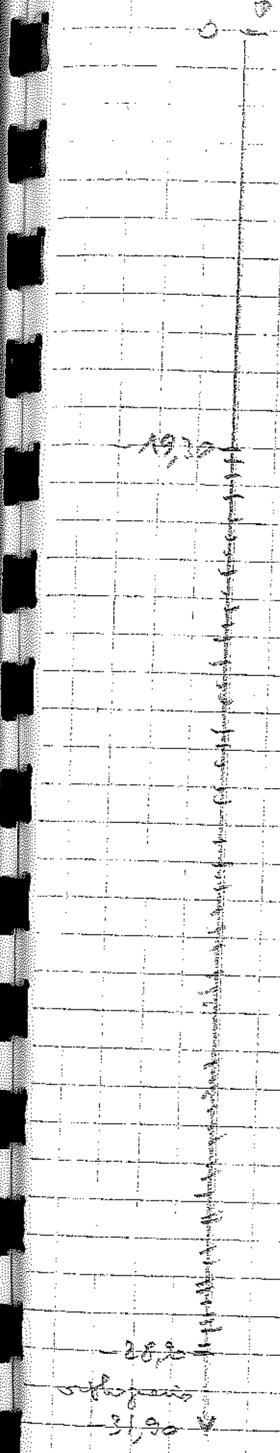


Figure 2: Schéma d'écoulement avec les grandeurs estimées par la formule de Wyssling et dimensionnement des périmètres de protection

$z = 4,80$

$2,08/1,35$ (m/h)



14 p

$H = 28,90 - 2,30 = 26,60$

$k = \frac{T}{H} = \frac{3,6.10^{-3}}{26,60} = 1,35.10^{-4}$ m/s

$I_0 = 0,012$

n_e = pris égal à 10%

$Q = 45\ m^3/h$

$* \ B = \frac{Q}{H.k.I_0} = \frac{45/3600}{26,60 \times 1,35.10^{-4}.0,012}$

$\underline{B = 200,85 m}$

$* \ X_0 = \frac{B}{2\pi} = \frac{200,85}{2.\pi}$

$\underline{X_0 = 32\ m}$

$* \ b = \frac{B}{2} = \frac{200,85}{2}$

$\underline{b = 100,45 m}$

$* \ u_0 = \frac{k.I_0.86400}{n_e}$ (m/j) $= \frac{1,35.10^{-4} \times 0,012 \times 86400}{0,1}$

$\underline{U_0 = 1,4\ m/j}$

$* \ S_0 = \frac{(u_0.50) + \sqrt{50.u_0.(50.u_0 + 8X_0)}}{2} = \frac{(1,4 \times 50) + \sqrt{(50 \times 1,4)(50 \times 1,4 + 8 \times 32)}}{2}$

$\underline{S_0 = 110,55 m}$

$* \ S_u = \frac{-50.u_0 + \sqrt{50.u_0.(50.u_0 + 8X_0)}}{2} = \frac{-(50 \times 1,4) + \sqrt{22820}}{2}$

$\underline{S_u = 40,55}$ $(> X_0)$

$* \ L_0 = 2a = \frac{2(S_0 + S_u)}{2} = 110,55 + 40,55$

$\underline{L_0 = 151,10 m}$

$\underline{a = 77,55\ m}$

$* \ l_0 = 2\sqrt{a^2 - (a - S_u)^2} = 2\sqrt{77,55^2 - (77,55 - 40,55)^2}$

$= 2\sqrt{4645}$

$l_0 = 136,35 m$

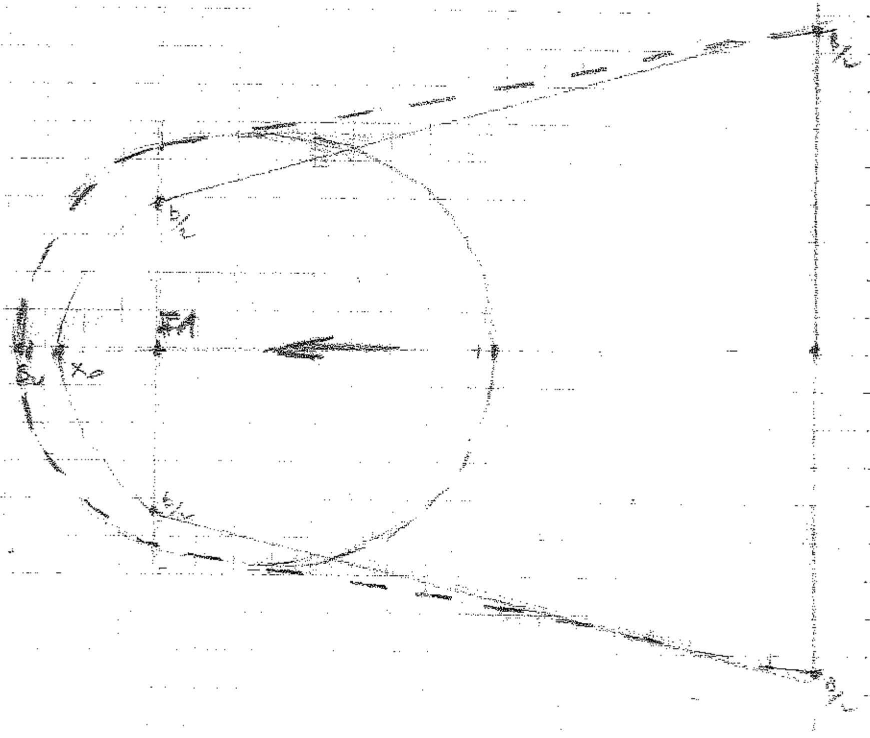
$\boxed{F_f}$ Pour ce PPE

$L_{PE} = X_0 + 2S_0$

$= \cancel{9,2 + (2 \times 112,55)}$ min $48,55 + (2 \times 112,55)$

$= \cancel{234,30\,m}$ $= \underline{261,65\,m}$

1/250 Isochrone 50



F2 $\phi\, s = 8\,mm$

Z = 4??

0

sable humifère + graviers, sablo-argileux

−7,50

−8,05 ▽ 09/16

−12,10

−11

−13,50

−31,50

−32,40

$H \geq 34{,}42 - 4{,}06 \geq 30{,}36\,m$ pris à 30,50

$h = \frac{T}{H} = \frac{9{,}9 \cdot 10^{-3}}{30{,}50} \geq 3{,}25 \cdot 10^{-4}\ m/s$

I_0 ... $I_{0\,pris} = 8 \cdot 10^{-3}$

n_e = pris égal à 10%

Q = débit exploit. soit $45\ m^3/h$ $= 0{,}0125\ m^3/s$

$$* \quad B = \frac{Q}{H \cdot h \cdot I_0} = \frac{45/3600}{30{,}50 \cdot 3{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-3}}$$

$\underline{B = 157{,}65\,m}$

$$* \quad X_0 = \frac{B}{2\pi} = \frac{157{,}65}{2 \cdot \pi}$$

$\underline{X_0 = 25{,}10\,m}$ (< 50)

$$* \quad b = \frac{B}{2} = \frac{157{,}65}{2}$$

$\underline{b = 78{,}83\,m}$

$$* \quad v_0 = \frac{h \cdot I_0 \cdot 86400}{n_e} = \frac{3{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 86400}{0{,}1}$$

$\underline{v_0 = 2{,}25\ m/jour}$

$$* \quad S_0 = \frac{(v_0 \cdot 50) + \sqrt{v_0 \cdot 50 \cdot (v_0 \cdot 50 + 8 \cdot x_0)}}{2}$$

$$= \frac{(2{,}25 \times 50) + \sqrt{(2{,}25 \times 50)(2{,}25 \times 50 + (8 \times 25{,}1)}}{2} = \frac{1}{2}\left(112{,}50 + \sqrt{A}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left[112{,}5 + \sqrt{112{,}5 \times (112{,}5 + 200{,}8)}\right]$$

$\underline{S_0 = 150{,}12\,m}$

$$* \quad S_u = \frac{(-v_0 \cdot 50) + \sqrt{(v_0 \cdot 50)(v_0 \cdot 50 + 8 \cdot x_0)}}{2}$$

$$= \frac{1}{2}\left[-112{,}50 + 187{,}74\right]$$

$\underline{S_u = 37{,}62\,m}$ (> X_0)

F2

$$* \; L_o = 2a = \frac{\cancel{2}(S_o + S_u)}{\cancel{2}} = 150,15 + 37,65$$

$\underline{L_o = 187,80\,m}$

donc $a = 93,90\,m$

$$* \; L_a = 2\sqrt{a^2 - (a - S_u)^2} = 2\sqrt{93,9^2 - (93,90 - 37,65)^2}$$

$$= 2\sqrt{8817,21 - 3164,06}$$

$$= 2\sqrt{5653,15}$$

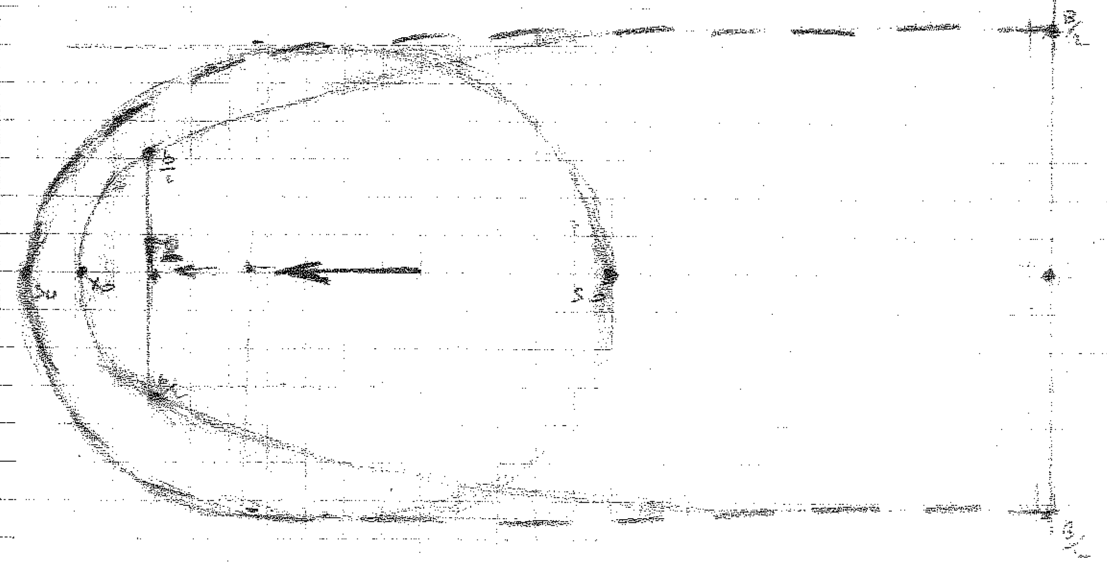
$\underline{L_a = 150,37\,m}$

. POUR LE PPE : $L_t = \cancel{X_o}^{S_u} + 2 \cdot S_o$ $= 37,65 + (2 \cdot 150,15)$

$= \cancel{25,10} + (2 \times 150,15)$ $\underline{= 337,95\,m}$

$\underline{\cancel{L_t = 325,40\,m}}$

1/2500 ISOCHRONE 50 s -



F3 ϕ 508 mm

464,50
466,50

0
0,50 TN
−1,10 (03/10/13)

Sgv/sa

−6,00
−7,00

Sgv/S

Mio

sable graveleux

17,50
−18

granite

Hyp:
- $H = 17{,}50 - 1{,}20 = 16{,}30\ m$
- $k = \dfrac{T}{H} = \dfrac{2{,}10 \cdot 10^{-2}}{16{,}30} = 1{,}29 \cdot 10^{-3}\ m/s$
- $I = 5 \cdot 10^{-3} = 5‰$
- $n_e = 10\%$ (hyp)
- Q = débit expl. 45 m^3/h

$$* \; B = \frac{Q}{H \cdot k \cdot I} = \frac{45/3600}{16{,}30 \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = \frac{0{,}013}{1{,}06 \cdot 10^{-5}} = 1178{,}8$$

$B \approx 1180\ m$

$$* \; X_0 = \frac{B}{2\pi} = \frac{1180}{2\pi} = 187{,}77$$

$X_0 = 187{,}77\ m$

$$* \; b = \frac{B}{2} = \frac{1180}{2}$$

$b = 589{,}90\ m$

$$* \; V_0 = \frac{k \cdot I \cdot 86400}{n_e} = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 86400}{0{,}1} =$$

$V_0 = 0{,}562\ m/jour$

$$* \; S_0 = \frac{(V_0 \cdot 50) + \sqrt{(V_0 \cdot 50) \cdot (V_0 \cdot 50 + 8 X_0)}}{2}$$

$$= \frac{1}{2}\left[(0{,}562 \cdot 50) + \sqrt{(0{,}562 \cdot 50)\left[(0{,}562 \cdot 50) + 8 \cdot 187{,}77\right]}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[28{,}1 + \sqrt{28{,}1 \times (28{,}1 + 1502)}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[28{,}1 + \sqrt{43052{,}01}\right] = \frac{1}{2}(28{,}1 + 207{,}5) = 117{,}8$$

$S_0 = 117{,}8\ m$

$$* \; S_u = \frac{1}{2}\left[-(V_0 \cdot 50) + \sqrt{\Delta}\right]$$

$$= \frac{1}{2}(-28{,}1 + 207{,}5) = \frac{1}{2} \times 179{,}4 = 89{,}7$$

$S_u = 89{,}70\ m$ ($< X_0$)

$$* \; L_0 = 2a = 2(S_0 + S_u) \quad 117{,}8 + 89{,}7$$

$L_0 = 207{,}5\ m$

$a = 103{,}75\ m$

$$L_a = 2\sqrt{a^2-(a-S)^2}$$

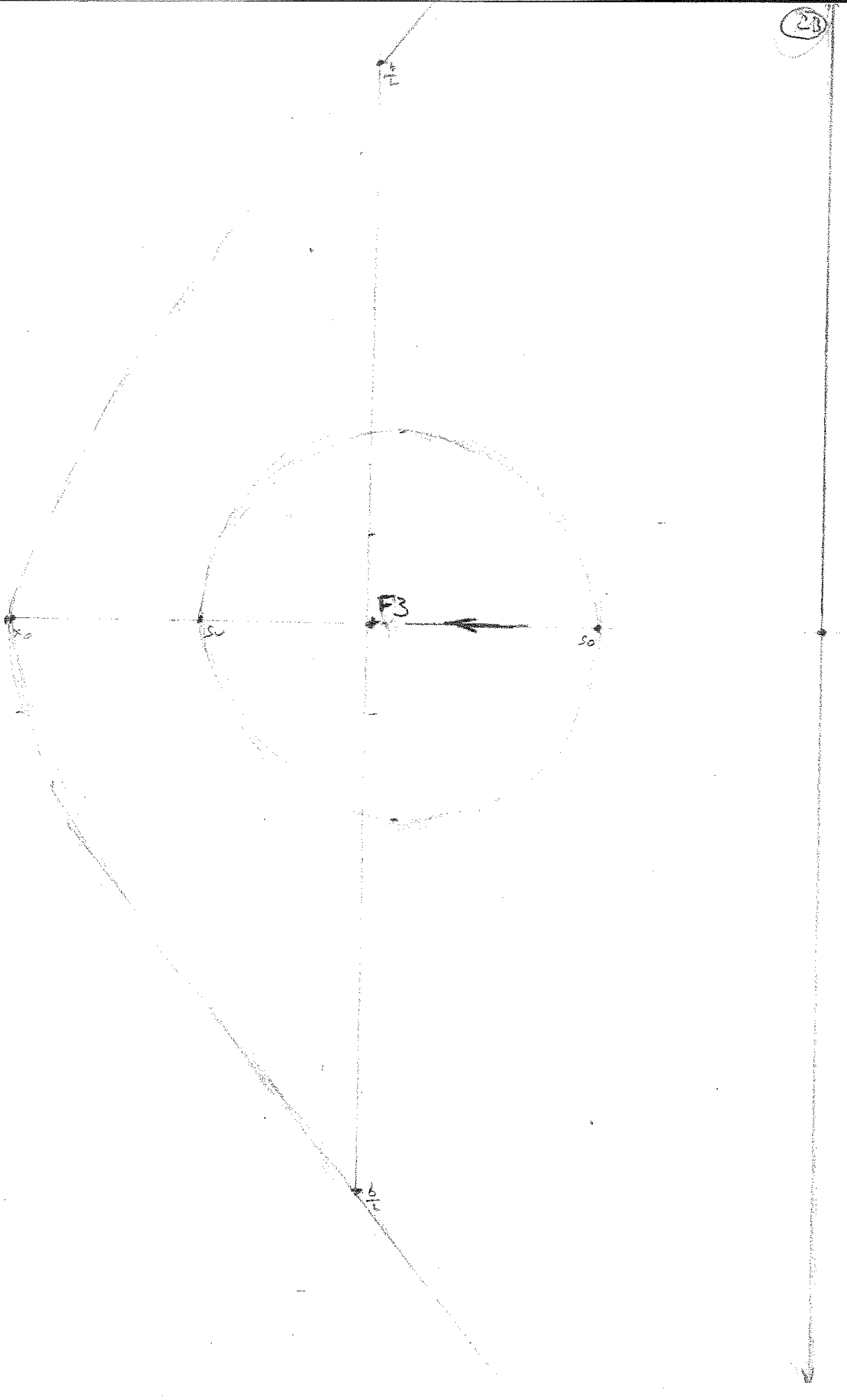
$$= 2\sqrt{103,75^2-(103,75-83,7)^2} = 2\sqrt{10764,06-197,4}$$

$$= 2\sqrt{10566,66} = 2 \times 102,79$$

$$\underline{L_a = 205,6\ m}$$

$$PP = L_a + X_a + 2S_a = 188 + (2 \times 118)$$

$$= 424\ m$$


F3

RAYON FICTIF

$$R_f = 1{,}5 \sqrt{\frac{T\,t}{S}}$$

	F1	F2	F3
$T^{(1)}$ m^2/s	$1{,}3.10^{-3}$ m^2/s	$9{,}9.10^{-3}$ m^2/s	$2{,}1.10^{-3}$ m^2/s
t s	13,5 ou 20h (48600 ou 72000 s)		
$S^{(2)}$ %	0,1		
$T\,t$ (13,5h)	63,18	481,16	102,06
(20h)	93,60	712,80	151,20
R_f (13,5h)	32,7 m	104 m	47,9 m
(20h)	45,9 m	126,6 m	58,3 m

Mme REGINA VAYSSIER
Mme SOLANGE SANTIN.
15240 - ANTIGNAC

ANTIGNAC LE 13/12/18

OBJET : ENQUETE PUBLIQUE UNIQUE
ARRETE PREFECTORAL n° 2018 - 1364
DU 16 - 10 - 2018.

Mr GAUDY
COMMISSAIRE ENQUETEUR

reçu le 13/12

ERRATUM.

DANS LA NOTE TECHNIQUE DU 03 - 12 - 2018
LES ISOCHRONES DES PAGES 18 - 20 ET 23
SONT REPRESENTEES A L'ECHELLE 1/2500ème
ET NON 1/250ème COMME INDIQUE PAGES 18 ET 23

JD SANTIN.